

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-88680

(43)公開日 平成7年(1995)4月4日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 35/26	3 1 0 A			
C 2 2 C 13/00				
H 0 1 L 21/321				
H 0 5 K 3/34	5 1 2 C	7128-4E		
		9168-4M		
			H 0 1 L 21/ 92	D
			審査請求 有	請求項の数24 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-81871

(22)出願日 平成6年(1994)4月20日

(31)優先権主張番号 0 7 9 0 7 5

(32)優先日 1993年6月16日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MASCHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 ステフェン・ギルバート・ゴニャ

アメリカ合衆国13760 ニューヨーク州エ
ンディコット グレンブルーク・ドライブ
215

(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外2名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高温無鉛すずベースはんだの組成

(57)【要約】

【目的】 本発明の目的は、無鉛で固相線温度が高く強度の高い多成分はんだ合金を提供することである。

【構成】 本発明のはんだ合金は、少なくとも90重量%のS nと、有効量のA gとB iとを含み、また任意選択としてS b、またはS bとC uを含む。さらに他の実施例では、少なくとも90重量%のS nと、有効量のA gとS bを含み、また少量のビスマスが追加されることもある。

【効果】 本発明により、無鉛で固相線温度が高く強度の高い多成分はんだ合金が得られる。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも約 90 重量%の Sn と残量の Ag、及び Bi を含む、高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 2】少なくとも約 95.0~95.5 重量%の Sn、約 2.5~3.0 重量%の Ag、及び約 2.0 重量%の Bi を含む、請求項 1 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 3】Sb をさらに含む、請求項 1 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 4】少なくとも約 93.5~約 94.0 重量%の Sn、約 2.5~約 3.0 重量%の Ag、約 1.0~約 2.0 重量%の Bi、及び約 1.0~約 2.0 重量%の Sb を含む、請求項 3 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 5】Cu をさらに含む、請求項 3 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 6】少なくとも約 93.5~約 94.0 重量%の Sn、約 2.5~約 3.0 重量%の Ag、約 1.0~約 2.0 重量%の Bi、約 1.0~約 2.0 重量%の Sb、及び約 1.0 重量%の Cu を含む、請求項 3 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 7】少なくとも約 90 重量%の Sn と残量の Ag、及び Sb を含む、高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 8】約 94.0~95.0 重量%の Sn、約 2.5~3.5 重量%の Ag、及び約 2.0 重量%の Sb を含む、請求項 7 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 9】Bi をさらに含む、請求項 8 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 10】約 93.5~約 94.0 重量%の Sn、約 2.5~約 3.0 重量%の Ag、約 1.0~約 2.0 重量%の Bi、及び約 1.0~約 2.0 重量%の Sb を含む、請求項 9 に記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金。

【請求項 11】集積回路チップを回路基板に電気的に接続する方法において、

a. 少なくとも 90 重量%の Sn と残量の Ag、及び Bi を含むはんだ合金を集積回路チップの電気接点の上に溶着させるステップと、

b. 回路基板の電気リードを集積回路チップの電気接点の上のはんだ合金に接触させるステップと、

c. はんだ合金を加熱して、湿潤化させ、回路基板の電気リードに接着させるステップを含む前記の方法。

【請求項 12】回路基板の電気リードが、パッド接続部、ワイヤ・リード接続部、タブ内部リード接続部の群から選択される、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】はんだ合金が、約 95.0~95.5 重

量%の Sn、約 2.5~3.0 重量%の Ag、及び約 2.0 重量%の Bi を含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】はんだ合金がさらに Sb を含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】はんだ合金が、約 93.5~約 94.0 重量%の Sn、約 2.5~約 3.0 重量%の Ag、約 1.0~約 2.0 重量%の Bi、及び約 1.0~約 2.0 重量%の Sb を含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】はんだ合金がさらに Cu を含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 17】はんだ合金が、約 93.5~約 94.0 重量%の Sn、約 2.5~約 3.0 重量%の Ag、約 1.0~約 2.0 重量%の Bi、約 1.0~約 2.0 重量%の Sb、及び約 1.0 重量%の Cu を含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 18】集積回路チップを回路基板に電気的に接続する方法において、

a. 少なくとも 90 重量%の Sn と残量の Ag、及び Sb を含むはんだ合金を集積回路チップの電気接点の上に溶着させるステップと、

b. 回路基板の電気リードを集積回路チップの電気接点の上のはんだ合金に接触させるステップと、

c. はんだ合金を加熱して、湿潤化させ、回路基板の電気リードに接着させるステップを含む前記の方法。

【請求項 19】回路基板の電気リードが、パッド接続部、ワイヤ・リード接続部、タブ内部リード接続部の群から選択される、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】はんだ合金が、約 94.0~95.0 重量%の Sn、約 2.5~3.5 重量%の Ag、及び約 2.0 重量%の Sb を含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】はんだ合金がさらに Bi を含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 22】はんだ合金が、約 93.5~約 94.0 重量%の Sn、約 2.5~約 3.0 重量%の Ag、約 1.0~約 2.0 重量%の Bi、及び約 1.0~約 2.0 重量%の Sb を含む、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 23】回路チップ・キャリア、半導体集積回路チップ、及び前記の回路チップ・キャリアと前記の半導体集積回路チップとの間の合金電気はんだ接着相互接続部を有し、前記の合金が少なくとも 90 重量%の Sn と残量の Ag、及び Bi を含む、集積回路チップ・モジュール。

【請求項 24】回路チップ・キャリア、半導体集積回路チップ、及び前記の回路チップ・キャリアと前記の半導体集積回路チップとの間の合金電気はんだ接着相互接続部を有し、前記の合金が少なくとも 90 重量%の Sn と残量の Ag、及び Sb を含む、集積回路チップ・モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

30

40

50

【産業上の利用分野】本発明は、マイクロエレクトロニクスに適用して特に有用な無鉛低毒性のはんだ合金に関する。本発明のはんだ合金は、90重量パーセント以上のわずと、有効な量の(2) AgとBiを含み、任意選択でSbまたはSbとCuを加え、または(1) AgとSbを含み、任意選択でBiを加える。これらの合金は、集積回路チップをプリント回路板としてのチップ・キャリアと基板に接合したり、またチップ・キャリアを基板に接合したり、多層プリント回路板において回路化のランドやパッドの接合したりする際に有用である。

【0002】

【従来の技術】はんだ付けは低温で、一般に可逆性の冶金的接合法である。低温と可逆性は、関与する材料および再加工や技術的変更の必要性から、マイクロエレクトロニクスの適用では特に重要である。

【0003】はんだ接合は後で化学反応が行われる湿潤プロセスである。溶解はんだは選択的に湿潤する。はんだの選択的な湿潤性によって、溶解はんだを所望の箇所に閉じ込めることができる。これは、フリップ・チップ接着やはんだマスクによる加工において特に重要である。

【0004】はんだ付け工程は、湿潤化が起こるとすぐに、たとえば数秒台で実施することができ、これははんだ付けを自動化された高速の大量処理工程に特に好ましいものとする。

【0005】湿潤性は接合すべき材料の関数でもあり、Cu、Ni、Au、及びPd、ならびにこれらの金属の1つまたは複数を多く含有している合金ははんだ付けに特に敏感に反応する。

【0006】湿潤後に行われる化学反応は、溶解はんだと接合金属材料との間のものであって、その界面に金属間相領域を形成する。電子パッケージにおいてははんだによって形成される金属間層は、一般的には二元化合物である化学量論的化合物であり、はんだ合金の中にSnが含有される場合には一般にSnを含む。ベース、パッド、またはランドがCuで、はんだ合金がSnを多く含有するときは、はんだ付け中に形成される金属間相はCu-Snである。典型的なCu-Sn二元化合物はCu₃SnとCu₆Sn₅を含む。

【0007】はんだ合金は組成に応じた強い関数である溶解温度を特徴とする。純粋な金属は単一で不変の溶解温度を特徴とするが、合金の凝固点と融点とは複雑である。合金の凝固点は液相線によって決定される。液相線より上では、1つまたは複数の液相のみが存在する。合金の融点は固相線によって決定される。固相線より下では、1つまたは複数の固相のみが存在する。これらの2線すなわち液相線と固相線との間の領域には、液相と固相とが共存する。

【0008】好ましいはんだ合金は共晶であり、すなわち共晶点を特徴とする。共晶点は液相線と固相線とが一

致する点である。共晶からいづれかの方向への濃度の変化は、液相温度の上昇をもたらす。

【0009】組成と急冷速度も、はんだ付けされた接合部の顕微鏡構造と、結果として得られる機械的性質を決定する。したがって、はんだの組成を慎重に選定することと、はんだ付けされた接合部の露熱を慎重に制御することの両方が必要となる。

【0010】電子部品の製造で使用されるはんだ組成は、はんだ合金として湿潤化可能でなければならない。パッド金属またはランド金属を有する導電性で熱的に安定した傷つきにくい可塑性の金属間相を形成することができる成分を、少なくとも1種類持たなければならない。この理由で、最も普遍的なはんだ合金は、Sn-Pb合金のような鉛ベースの合金となる。

【0011】これまで、Pb/Snはんだが電子部品用に利用されてきた。Pb/Sn合金が広範囲にわたって使用されてきたのには、多くの歴史的な理由がある。これらの歴史的な理由の中には、Pb/Snはんだ合金の低い液相温度、Pb/Snはんだならびに結果として得られるCu/Sn金属間相（はんだ/Cu接触界面に形成される）の広い温度範囲にわたる加工性、Pb/Sn合金から得られたCu/Sn金属間相のCuランドまたはCuパッドに対する接着、さらに、Pb/Sn合金用の樹脂、融剤、はんだマスクといったプロセス装置と低廉な添加物が容易に入手できることが含まれる。

【0012】Pb/Snはんだ合金加工に必要な比較的低い温度は、電子パッケージの製造に高分子誘電体を使用されるときに特に重要である。これらの重合体は高温の組立て作業では劣化する可能性がある。比較的低い温度で溶解するはんだ合金は、これらの高分子基板に適合することができる。

【0013】さらに、半導体チップは高い温度において熱拡散と構造的転換を受ける。低温溶解のはんだはこの問題を回避する。

【0014】鉛ベースのはんだの「柔軟さ」すなわち可塑性は特に重要である。この柔軟さすなわち可塑性によって、結合された構造物間の熱膨張係数の不一致、たとえばセラミック誘電体と高分子誘電体との間、または半導体チップとセラミックまたは高分子チップ・キャリアまたは基板との間の熱膨張係数の不一致にはんだが適合できるようになる。

【0015】しかし鉛は比較的高い蒸気圧を有する有毒の重金属である。この使用は嫌われ、取り替える必要がある。

【0016】種々の無鉛はんだ合金が下記の資料に記載されている。

【0017】J. Environ. Sci. Health誌第A26巻第6号911-929ページ(1991年)のK・S・スプラマニアン他による「非鉛ベースではんだ付けされた接合部を有する銅製配管からのアンチモン、鉛、銀、すず、

10

20

30

40

50

及び亜鉛の浸出(Leaching of Antimony, Cadmium, Copper, Lead, Silver, Tin, and Zinc from Copper Piping With Non-Lead-Based Soldered Joints)」には、多くの合金からの Ag、Cd、Cu、Pb、Sb、Sn、Zn の浸出に関するテストが記載されている。テストされた合金には、96/4 Sn/Ag、94/6 Sn/Ag、及び 95.5/4/0.5 Sn/Cu/Ag が含まれている。

【0018】米国特許第 4643875 号及び米国特許第 4667871 号明細書には、35~95% の Sn、0.5~70% の Ag、0.5~20% の Cu、Ti、V、Zr のうちの 1 つまたは複数の有効量、及び任意選択で Ni、及び Cr を含む高温ろう付け合金が記載されている。開示されたいろう付け合金はすべて、良好な結合のためには少なくとも 550℃ の温度を必要とする。

【0019】米国特許第 4778733 号明細書には、92~99% の Sn、0.7~6% の Cu、及び 0.05~3% の Ag を含む給排水管取付け具としての製造物が記載されている。

【0020】米国特許第 4797328 号明細書には、事前金属被覆なしにセラミック部品を接着するための軟はんだ合金が記載されている。アルミナ部品を銅部品に接着させるために有用であると開示された合金は、86~99% の Sn、0~13% の Ag または Cu もしくはその両方、0~10% の In、及び 1~10% の Ti を含む。

【0021】米国特許第 4806309 号明細書には、90~95% の Sn、3~5% の Sb、1~4.5% の Bi、及び 0.1~0.5% の Ag を含むはんだ組成が記載されている。該明細書は、はんだの融点を約 425 度 F (218℃) にまで低下させるための Bi の使用を説明している。

【0022】米国特許第 4929423 号明細書には、給排水管のために有用であると説明された無鉛はんだ合金が記載され、これは 0.08~20% の Bi、0.02~1.5% の Cu、0.01~1.5% の Ag、約 0.10% までの P、約 0.20% までの希土、及び残り (約 80%) の Sn を含む。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明の主な目的は、無鉛はんだを提供することである。

【0024】本発明のさらに他の目的は、特に基板やはんだマスクとしての有機材料の湿潤化を避ける一方で、*

* Cu、Au、Ag、Pb などのエレクトロニクス製造で一般的に使用される金属の接着によって化学的かつ熱的に安定した金属間相を湿潤化し形成する無鉛はんだを提供することである。

【0025】本発明のもう 1 つの目的は、電子材料の損傷を避けるために十分に低い温度で流れる無鉛はんだを提供することである。

【0026】

【課題を解決するための手段】本発明の無鉛で固相線温度が高く強度の高い多成分はんだ合金によって、上記本発明の目的は達成され、技術上の欠点は解決される。

【0027】

【実施例】本発明の一実施例では、合金は少なくとも約 90 重量% の Sn と、熱的安定性と強度のために有効量の Ag と Bi とを含む。このような 1 つの合金は、約 95.0~95.5 重量% の Sn、約 2.5~3.0 重量% の Ag、及び約 2.0 重量% の Bi を含む。

【0028】本発明のこの実施例の 1 例示見本では、合金は Sb を含む。本発明のこの例示見本による 1 つの合金は、約 93.5~94.0 重量% の Sn、約 2.5~3.0 重量% の Ag、約 1.0~2.0 重量% の Bi、及び約 1.0~2.0 重量% の Sb を含む。

【0029】さらにもう 1 つの例示見本では、合金は Sb と Cu を含む。ある特に好ましい Sn-Ag-Sb-Cu 合金は、約 93.5~94.0 重量% の Sn、約 2.5~3.0 重量% の Ag、約 1.0~2.0 重量% の Bi、及び約 1.0~2.0 重量% の Sb、及び約 1.0 重量% の Cu を含む合金である。

【0030】本発明のさらに別の実施例では、固相線温度が高く使用温度が高く強度の高い多成分はんだ合金が、少なくとも 90 重量% の Sn と有効量の Ag と Sb とを含む。このような高 Sn 合金の 1 つは、約 94.0~95.0 重量% の Sn、約 2.5~3.5 重量% の Ag、及び約 2.0 重量% の Sb を含む。

【0031】さらに、少量のビスマスが合金の中に存在することもある。このような高 Sn 合金の 1 つは、約 93.5~94.0 重量% の Sn、約 2.5~3.0 重量% の Ag、約 1.0~2.0 重量% の Bi、及び約 1.0~2.0 重量% の Sb を含む。

【0032】次の表に本発明のはんだ合金組成を総括する。

【表 1】

10

20

30

40

成分	含有量 (重量%)
S n	95.0~95.5重量%
A g	2.5~3.0重量%
B i	約2重量%
追加分	含有量 (重量%)
S b	93.5~94重量% S n 2.5~3重量% A g 約2重量% B i 1.0~2.0重量% S b
S b + C u	93.5~94重量% S n 2.5~3重量% A g 1~2重量% B i 1.0~2.0重量% S b 約1重量% C u

【表2】

成分	含有量 (重量%)
S n	94.0~95.0重量%
A g	2.5~3.5重量% A g
S b	約2重量% S b
追加分	含有量 (重量%)
B i	93.5~94.0重量% S n 2.5~3.0重量% A g 1.0~2.0重量% S b 1.0~2.0重量% B i

【0033】本発明の一実施例により、集積回路を回路基板に電気的に接続する方法が提供される。この相互接続方法には、少なくとも90重量%のS nと、(1)有効量のA gと、B i (たとえば約95.0~95.5重量%のS n、約2.5~3.0重量%のA g、約2.0重量%のB i)、任意選択でS b、さらに任意選択でC u、または(2)有効量のA gと、S b (たとえば約94.0~95.0重量%のS n、約2.5~3.5重量%

%のA g、約2.0重量%のS b)、任意選択でB i、のいずれかを含むはんだ合金を、集積回路チップの電気接点の上に付着させるステップが含まれる。はんだ合金は、ウェーブはんだ溶着、電気溶着によって、またははんだペーストとして使用することができる。

【0034】次に、回路基板の電気リードを集積回路チップの電気接点の上ではんだ合金と接触させる。チップを「フリップ・チップ」形態に実装しようとする場合に

は、回路基板の電流リードは基板上のパッドであり、はんだ合金溶着部はパッドと接触させられる。代替方法として、集積回路チップを表を上にして実装しようとする場合には、電流リードはワイヤ・リードであり、またタブ内部リード接続部であり、これらは集積回路チップの上表面のはんだ合金接点と接触させられる。

【0035】基板の電流リードとはんだ溶着部は接触を保つが、はんだ合金は加熱されて、その結果はんだ合金は湿潤化し、回路基板の電気リードに接着する。加熱は気相リフロー、赤外線リフロー、レーザ・リフローなどによって実施される。

【0036】本発明の結果として得られる超小形電気回路パッケージは、集積回路チップ・モジュールであり、これは回路チップ・キャリアすなわち基板、半導体集積回路チップ、及びはんだ合金で形成された回路チップ・*

* キャリアと半導体集積回路チップとの間のはんだ接着電気相互接続部を有し、このはんだ合金は、少なくとも約90重量%のSnと、(1)有効量のAgと、Bi(たとえば約95.0~95.5重量%のSn、約2.5~3.0重量%のAg、約2.0重量%のBi)、任意選択でSb、さらに任意選択でCu、または(2)有効量のAgと、Sb(たとえば約94.0~95.0重量%のSn、約2.5~3.5重量%のAg、約2.0重量%のSb)、任意選択でBi、のいずれかを含む。

【0037】次の例示を参照して本発明を理解することができる。

【0038】例I

5種類のサンプル合金を準備し、適用してテストした。これらの合金は下表に示す組成を有する。

【表3】

合金	Sn	Ag	Sb	Bi	Cu
1	93.0	3.0			4.0
2	95.0	3.0	2.0		
3	93.0	3.0	2.0	2.0	
4	95.0	3.0		2.0	
5	95.5	2.5		2.0	

【0039】例II

組成が95重量%Sn、3重量%Ag、2重量%Sbの一連のはんだ合金を準備し、各種のはんだ特性についてテストした。

【0040】別のテストでは、はんだのクリープ特性の判定を行った。合金の引張強度は2500psi、23℃で70日の破壊時間を示した。

【0041】引張強度の測定値は59(単位:100ポンド/平方インチ)であり、降伏強度の測定値は31(単位:100ポンド/平方インチ)であり、伸び率の測定値は35%であった。

【0042】合金の融点は218~255℃と測定された。

【0043】例III

組成が93重量%Sn、3重量%Ag、2重量%Sb、2重量%Cuの一連のはんだ合金を準備し、各種のはんだ特性についてテストした。

【0044】別のテストでは、はんだのクリープ特性の判定を行った。合金の引張強度は2500psi、23℃で70日の破壊時間を示した。

【0045】合金について、23℃、5サイクル/分、4.3%のたわみで繰返し疲労テストがおこなわれた。

【0046】合金の融点は200~224℃と測定された。

【0047】本発明を特定の好ましい実施例と例示見本について説明したが、これは本発明の範囲をこれによつ

て限定することを目的とするものではなく、本発明は、特許請求の範囲のみによって限定されるものである。

【0048】以下に、実施例を整理して記載する。

(1) 少なくとも約90重量%のSnと残量のAg、及びBiを含む、高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(2) 少なくとも約95.0~95.5重量%のSn、約2.5~3.0重量%のAg、及び約2.0重量%のBiを含む、(1)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(3) Sbをさらに含む、(1)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(4) 少なくとも約93.5~約94.0重量%のSn、約2.5~約3.0重量%のAg、約1.0~約2.0重量%のBi、及び約1.0~約2.0重量%のSbを含む、(3)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(5) Cuをさらに含む、(3)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(6) 少なくとも約93.5~約94.0重量%のSn、約2.5~約3.0重量%のAg、約1.0~約2.0重量%のBi、約1.0~約2.0重量%のSb、及び約1.0重量%のCuを含む、(3)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(7) 少なくとも約90重量%のSnと残量のAg、及

びS bを含む、高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(8) 約94.0～95.0重量%のS n、約2.5～3.5重量%のA g、及び約2.0重量%のS bを含む、(7)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(9) B iをさらに含む、(8)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(10) 約93.5～約94.0重量%のS n、約2.5～約3.0重量%のA g、約1.0～約2.0重量%のB i、及び約1.0～約2.0重量%のS bを含む、

(9)記載の高固相線温度、高使用温度、高強度の多成分はんだ合金である。

(11) 集積回路チップを回路基板に電気的に接続する方法において、a. 少なくとも90重量%のS nと残量のA g、及びB iを含むはんだ合金を集積回路チップの電気接点の上に溶着させるステップと、b. 回路基板の電気リードを集積回路チップの電気接点の上のはんだ合金に接触させるステップと、c. はんだ合金を加熱して、湿潤化させ、回路基板の電気リードに接着させるステップを含む前記の方法である。

(12) 回路基板の電気リードが、パッド接続部、ワイヤ・リード接続部、タブ内部リード接続部の群から選択される、(11)記載の方法である。

(13) はんだ合金が、約95.0～95.5重量%のS n、約2.5～3.0重量%のA g、及び約2.0重量%のB iを含む、(11)記載の方法である。

(14) はんだ合金がさらにS bを含む、(11)記載の方法である。

(15) はんだ合金が、約93.5～約94.0重量%のS n、約2.5～約3.0重量%のA g、約1.0～約2.0重量%のB i、及び約1.0～約2.0重量%のS bを含む、(14)記載の方法である。

(16) はんだ合金がさらにC uを含む、(14)記載の方法である。

(17) はんだ合金が、約93.5～約94.0重量%*

*のS n、約2.5～約3.0重量%のA g、約1.0～約2.0重量%のB i、約1.0～約2.0重量%のS b、及び約1.0重量%のC uを含む、(14)記載の方法である。

(18) 集積回路チップを回路基板に電気的に接続する方法において、a. 少なくとも90重量%のS nと残量のA g、及びS bを含むはんだ合金を集積回路チップの電気接点の上に溶着させるステップと、b. 回路基板の電気リードを集積回路チップの電気接点の上のはんだ合金に接触させるステップと、c. はんだ合金を加熱して、湿潤化させ、回路基板の電気リードに接着させるステップを含む前記の方法である。

(19) 回路基板の電気リードが、パッド接続部、ワイヤ・リード接続部、タブ内部リード接続部の群から選択される、(18)記載の方法である。

(20) はんだ合金が、約94.0～95.0重量%のS n、約2.5～3.5重量%のA g、及び約2.0重量%のS bを含む、(18)記載の方法である。

(21) はんだ合金がさらにB iを含む、(18)記載の方法である。

(22) はんだ合金が、約93.5～約94.0重量%のS n、約2.5～約3.0重量%のA g、約1.0～約2.0重量%のB i、及び約1.0～約2.0重量%のS bを含む、(18)記載の方法である。

(23) 回路チップ・キャリア、半導体集積回路チップ、及び前記の回路チップ・キャリアと前記の半導体集積回路チップとの間の合金電気はんだ接着相互接続部を有し、前記の合金が少なくとも90重量%のS nと残量のA g、及びB iを含む、集積回路チップ・モジュールである。

(24) 回路チップ・キャリア、半導体集積回路チップ、及び前記の回路チップ・キャリアと前記の半導体集積回路チップとの間の合金電気はんだ接着相互接続部を有し、前記の合金が少なくとも90重量%のS nと残量のA g、及びS bを含む、集積回路チップ・モジュールである。

フロントページの続き

(72)発明者 ジェームズ・ケネス・レイク
アメリカ合衆国13760 ニューヨーク州エ
ンディコット ウェスト・ウェンデル・ス
トリート620 ※

※(72)発明者 ランディ・クリントン・ロング
アメリカ合衆国18818 ペンシルヴェニア
州フレンズビル アール・アール1号、ボ
ックス34エー